



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0044851  
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 07월 03일  
Date of Application  
JUL 03, 2003

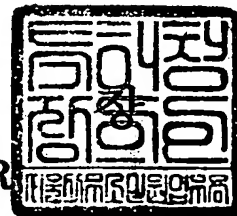
출원인 : 삼성전자주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003      년      07      월      11      일

특      허      청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0017
【제출일자】	2003.07.03
【국제특허분류】	H04B
【발명의 명칭】	서브-어레이 그루핑된 적응 배열 안테나들을 이용하여 빔 형성 및 다이버시티 이득을 제공하는 무선 페이딩 채널 복조기, 이를 구비한 이동 통신 수신 시스템 및 그 방법
【발명의 영문명칭】	Combined beamforming-diversity wireless fading channel de-modulator using sub-array grouped adaptive array antennas, portable telecommunication receiving system comprising it and method thereof
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2003-003435-0
【대리인】	
【성명】	정상빈
【대리인코드】	9-1998-000541-1
【포괄위임등록번호】	2003-003437-4
【발명자】	
【성명의 국문표기】	류길현
【성명의 영문표기】	RYU, Kil Hyen
【주민등록번호】	670626-1691821
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 955-1 황골주공아파트 146-1201
【국적】	KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】 김석원  
 【성명의 영문표기】 KIM, Suk Won  
 【주민등록번호】 640504-1178112  
 【우편번호】 437-020  
 【주소】 경기도 의왕시 왕곡동 쌍용충무아파트 101-703  
 【국적】 KR

## 【공지예외적용대상증명서류의 내용】

【공개형태】 학술단체 서면발표  
 【공개일자】 2003.03.28

## 【심사청구】

청구

## 【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인  
 이영필 (인) 대리인  
 정상빈 (인)

## 【수수료】

【기본출원료】	20	면	29,000	원
【가산출원료】	16	면	16,000	원
【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	20	항	749,000	원
【합계】			794,000	원

## 【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)\_1통 2. 공지예외적용대상(신규성상  
 실의예외, 출원시의특례)규정을 적용받 기 위한 증명서류\_1  
 통

**【요약서】****【요약】**

서브-어레이 그루핑된 적응 배열 안테나들을 이용하여 빔형성 및 다이버시티 이득을 제공하는 무선 페이딩 채널 복조기, 이를 구비한 이동 통신 수신 시스템 및 그 방법이 개시된다. 상기 무선 페이딩 채널 복조기는, 서브-어레이 그루핑된 적응 배열 안테나들을 이용하여 빔형성 및 다이버시티 이득을 결합함으로써, 무선 페이딩 채널 환경에서 다른 각도로 입사하는 타 사용자 단말국의 간섭을 제거한다. 따라서, 페이딩에 강인한 특성과 서브-어레이 그루핑된 안테나들 각각에서 얻어지는 빔형성 특성에 의하여 높은 SINR을 얻을 수 있으며, 안테나의 수가 단말국 사용자의 수 보다 적을 경우에도 높은 SINR을 얻을 수 있는 효과가 있다. 이러한 무선 페이딩 채널 복조기는, 기지국이나 단말국 등과 같이 이동 통신 정보를 수신하는 모든 시스템에 사용될 수 있다.

**【대표도】**

도 5

**【명세서】****【발명의 명칭】**

서브-어레이 그룹핑된 적응 배열 안테나들을 이용하여 빔형성 및 다이버시티 이득을 제공하는 무선 페이딩 채널 복조기, 이를 구비한 이동 통신 수신 시스템 및 그 방법  
{Combined beamforming-diversity wireless fading channel de-modulator using sub-array grouped adaptive array antennas, portable telecommunication receiving system comprising it and method thereof}

**【도면의 간단한 설명】**

본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 간단한 설명이 제공된다.

도 1은 종래의 빔 형성 시스템의 무선 페이딩 채널 모델이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 무선 페이딩 채널 복조기를 구비하는 이동 통신 수신 시스템의 블록도이다.

도 3은 도 2의 서브-어레이 그룹핑된 안테나들, RF 모듈, 및 무선 페이딩 채널 복조기의 구체적인 블록도이다.

도 4는 3 섹터를 가지는 이동 통신 기지국 시스템에서 공간 다이버시티를 이용한 안테나 배열의 구조도이다.

도 5는 3 섹터를 가지는 이동 통신 기지국 시스템에서 수신 도달각 다이버시티를 이용한 안테나 배열의 구조도이다.

도 6은 본 발명에 따른 이동 통신 수신 시스템의 SINR 이득을 나타내는 그래프이다

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<8> 본 발명은 이동 통신 수신 시스템에 관한 것으로, 특히 무선 페이딩 채널 환경(wireless fading channel environment)에서 적응 배열 안테나(adaptive array antenna)를 이용한 빔형성 및 다이버시티 결합 시스템(combined beamforming-diversity system)에 관한 것이다.

<9> 적응 배열 안테나를 이용하는 빔형성 시스템은 군사용 레이더(radar)에 사용되는 이동 통신 시스템의 한 분야로서, 시스템의 용량이 타 사용자들의 간섭 신호에 좌우되는 CDMA(code division multiple access) 시스템에서 많은 용량 증가를 얻을 수 있다. 따라서, 이와 같은 빔형성 시스템은 3세대 이동 통신 시스템으로 도약을 전개해 나가고 있다. 일반적인 빔형성 시스템에 대하여는 미국 특허, "US6,336,033"에 잘 나타나 있다.

<10> 도 1은 종래의 빔형성 시스템의 무선 페이딩 채널 모델이다. 도 1을 참조하면, 적응 배열 안테나가 설치되어 있는 기지국(base station)(BS)의 수신 시스템이 목표 단말국(MS1)으로부터 통신 정보를 수신할 때, 타 사용자의 단말국(MS2)에 의한 신호 간섭이나 반사 소스(C, D)에 의한 신호 간섭을 나타내는 모델이다. 여기서, 단말국은 휴대폰, 무선 랜 카드, 또는 차량용 네비게이션 시스템 등 무선 페이딩 채널에서 무선 통신할 수 있는 모든 시스템이다. 일반적으로, 빔형성 시스템은

수십 개의 안테나들이 일정한 간격으로 배열되는 적응 배열 안테나를 이용하여 무선 페이딩 채널 환경에 적응한다. 이에 따라, 목표 단말국(MS1)에 대비해 다른 각도로 입사하는 많은 간섭 신호들을 제거함으로써 큰 신호대 잡음비(SINR; signal and interference-to-noise ratio)를 얻을 수 있다.

<11> 그러나, 이와 같은 이동통신 시스템의 성능은 다른 사용자 단말국들의 간섭신호 뿐만 아니라, 많은 반사 소스들에서 기인하는 무선 채널의 다중 경로로 인하여 발생하는 페이딩 효과에 의해 많은 영향을 받는다. 도 1에서 기지국(BS)에 수신된 목표 신호의 빔 형성 형태(A)는 페이딩 효과에 의하여 간섭 신호로부터 형성되는 간섭 빔(B)의 영향을 받는다. 즉, 도 1과 같이 적응 배열 안테나를 이용하는 빔형성 시스템은 비교적 먼 거리에 있는 반사 소스(C, D)로부터 반사되어 들어오는 간섭 신호를 제거함으로써 페이딩을 어느 정도 감쇄시킬 수 있으나, 빔형성을 위한 이와 같은 적응 배열 안테나에 의해서 만으로 페이딩 효과를 줄이는 데는 한계가 있다. 왜냐하면, 도심지와 같은 환경 하에 있는 대부분의 이동통신 시스템의 기지국과 단말국의 통신 구조에서는, 기지국이 높은 곳에 위치하고 단말국은 기지국과 비교해서 현저히 낮은 곳에 위치하므로, 단말국에서 전송한 신호의 대부분이 단말국 근처에서 반사되고, 여기서 반사된 신호들은 기지국에 입사될 때 매우 좁은 도달각(DOA; Direction Of Arrival)을 가지기 때문이다. 따라서, 종래의 빔형성 시스템에서 형성되는 목표 신호의 빔(A)에서는, 이러한 반사 신호들 각각에 의한 도달각이 구분되지 않으므로, 이러한 반사파들은 위상 간섭을 일으키고 짧은 시간 동안 급격한 신호의 변동을 가져오는 페이딩 효과를 극복할 수 없다는 문제점이 있다. 또한, 종래의 빔형성 시스템에서는, 안테나의 수가 단말국 사용자의 수 보다 적을 경우에, 자유도(Degree-Of-Freedom)의 감소 효과에 의해 SINR을 감소시키는 문제점도 있다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

<12> 따라서, 본 발명이 이루고자하는 기술적 과제는, 서브-어레이 그룹핑된 적응 배열 안테나들을 이용하여 빔형성 및 다이버시티 이득을 결합함으로써, 무선 페이딩 채널 환경에서 다른 각도로 입사하는 타 사용자 단말국의 간섭을 제거하고, 페이딩에 강인한 특성과 서브-어레이 그룹핑된 안테나들 각각에서 얻어지는 빔형성 특성에 의하여 높은 SINR을 얻을 수 있으며, 안테나의 수가 단말국 사용자의 수 보다 적을 경우에도 높은 SINR을 얻을 수 있는 무선 페이딩 채널 복조기, 및 이동 통신 수신 시스템을 제공하는 데 있다.

<13> 본 발명이 이루고자하는 다른 기술적 과제는, 서브-어레이 그룹핑된 적응 배열 안테나들을 이용하여 빔형성 및 다이버시티 이득을 결합함으로써, 무선 페이딩 채널 환경에서 다른 각도로 입사하는 타 사용자 단말국의 간섭을 제거하고, 페이딩에 강인한 특성과 서브-어레이 그룹핑된 안테나들 각각에서 얻어지는 빔형성 특성에 의하여 높은 SINR을 얻을 수 있으며, 안테나의 수가 단말국 사용자의 수 보다 적을 경우에도 높은 SINR을 얻을 수 있는 무선 페이딩 채널 복조 방법, 및 이동 통신 수신 방법을 제공하는 데 있다.

**【발명의 구성 및 작용】**

<14> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 무선 페이딩 채널 복조기는, 다이버시티 빔 형성부, 신호 크기 및 위상 처리부, 최종 빔 출력부, 및 가중치 벡터 계산부를 구비한다. 상기 다이버시티 빔 형성부는 서브-어레이 그룹핑된 아날로그 통신 신호들을 수신하여, 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 가중치 벡터의 원소들 각각을 그에 대응하는 디지털 입력 신호



호와 승산하여 출력되는 신호들을 상기 서브 어레이 그룹들 각각마다 합산한 다이버시티 빔 형성 신호들을 생성한다. 상기 신호 크기 및 위상 처리부는 상기 서브 어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상을 그에 대응하는 다이버시티 빔 형성 신호와 승산하여 출력한다. 상기 최종 빔 출력부는 상기 신호 크기 및 위상 처리부에서 출력되는 신호들을 모두 합산하여 최종 빔 형성 신호를 출력한다. 상기 가중치 벡터 계산부는 상기 디지털 입력 신호들로부터 상기 가중치 벡터를 계산하여 출력하고, 상기 서브 어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호를 선택하여, 상기 선택된 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상을 계산하여 출력한다.

<15>        상기 다이버시티 빔 형성부는, 상기 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 상기 가중치 벡터의 원소들 각각과 그에 대응하는 디지털 입력 신호를 이용하여 상기 다이버시티 빔 형성 신호들을 생성하는 다수개의 빔 형성기들을 구비하고, 상기 빔 형성기들 각각은, DA 변환기들, 승산기들, 및 합산기를 구비한다. 상기 DA 변환기들은 상기 서브-어레이 그룹들 중 어느 하나에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하여 출력한다. 상기 승산기들은 상기 가중치 벡터의 원소들 중 상기 DA 변환기들이 속하는 서브-어레이 그룹에 대응하는 가중치 벡터의 원소들 각각을 그에 대응하는 디지털 입력 신호와 승산하여 출력한다. 상기 합산기는 상기 승산기들에서 출력되는 신호들을 합산하여 상기 다이버시티 빔 형성 신호들 중 어느 하나를 출력한다.

<16>        상기 서브-어레이 그룹들은, 무선 페이딩 채널 신호를 수신하는 안테나들이 다수개의 서브-어레이로 그룹핑될 때의 그룹들이고, 상기 서브-어레이 그룹들 각각에 속하는

안테나들 간의 간격은 상기 그룹핑된 안테나 그룹들 간의 간격보다 작은 것을 특징으로 한다. 상기 가중치 벡터는,

<17> 수학식들,

$$\mathbf{u}_m = [\mu_{m1}, \mu_{m2}, \dots, \mu_{mL}]^T$$

$$\mathbf{R}_m = E[\mathbf{u}_m \mathbf{u}_m^H]$$

$$\mathbf{w}_{m, opt} = \frac{\mathbf{R}_m^{-1} \mathbf{s}_{m1}}{\mathbf{s}_{m1}^H \mathbf{R}_m^{-1} \mathbf{s}_{m1}}$$

<21> (여기서,  $\mathbf{u}_{mL}$ 은 제m 그룹의 제L 디지털 입력 신호,  $E[\cdot]$ 은 평균값,  $\mathbf{w}_{m, opt}$ 는 제m 그룹의 가중치 벡터,  $\mathbf{s}_{m1}$ 은 제m 그룹의 대표 디지털 입력 신호의 도달각을 이용한 방향성 벡터)

<22> 에 의하여 계산되는 것을 특징으로 한다.

<23> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 이동 통신 수신 시스템은, 서브-어레이 그룹핑된 안테나들, RF 모듈, 및 무선 페이딩 채널 복조기를 구비한다.

<24> 상기 서브-어레이 그룹핑된 안테나들은 할당된 무선 페이딩 채널로부터 무선 공중파를 수신한다.

<25> 상기 RF 모듈은 상기 안테나들에서 수신된 공중파들 각각으로부터 아날로그 통신 신호를 추출하여, 서브-어레이 그룹핑된 아날로그 통신 신호들을 출력한다.

<26> 상기 무선 페이딩 채널 복조기는 상기 서브-어레이 그룹핑된 아날로그 통신 신호들을 수신하여, 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 이와 같이 변환된 디지털 입력 신호들로부터 계산되는 가중치 벡

터의 원소들 각각과 그에 대응하는 디지털 입력 신호를 이용하여 다이버시티 빔 형성 신호들을 생성하며, 상기 서브 어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상, 및 그에 대응하는 다이버시티 빔 형성 신호를 이용하여 최종 빔 형성 신호를 출력한다.

<27>        상기 이동 통신 수신 시스템은, 상기 최종 빔 형성 신호를 처리하여 상기 할당된 무선 페이딩 채널을 사용하는 단말국 상호간의 무선 통신을 중계하는 중계 처리기를 더 구비할 수 있다. 또는, 상기 이동 통신 수신 시스템은, 상기 최종 빔 형성 신호를 처리하여 사용자 단말국의 디스플레이 장치를 구동하는 디스플레이 신호를 출력하는 디스플레이 신호 출력기를 더 구비할 수 있다.

<28>        상기 무선 페이딩 채널 복조기는, 다이버시티 빔 형성부, 신호 크기 및 위상 처리부, 최종 빔 출력부, 및 가중치 벡터 계산부를 구비한다. 상기 다이버시티 빔 형성부는 상기 서브-어레이 그룹핑된 아날로그 통신 신호들을 수신하여, 상기 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 가중치 벡터의 원소들 각각을 그에 대응하는 디지털 입력 신호와 승산하여 출력되는 신호들을 상기 서브 어레이 그룹들 각각마다 합산한 다이버시티 빔 형성 신호들을 생성한다. 상기 신호 크기 및 위상 처리부는 상기 서브 어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상을 그에 대응하는 다이버시티 빔 형성 신호와 승산하여 출력한다. 상기 최종 빔 출력부는 상기 신호 크기 및 위상 처리부에서 출력되는 신호들을 모두 합산하여 최종 빔 형성 신호를 출력한다. 상기 가중치 벡터 계산부는 상기 디지털 입력 신호들로부터 상기 가중치 벡터를 계산하여 출력하고, 상기 서브 어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어

는 하나의 디지털 입력 신호를 선택하여, 상기 선택된 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상을 계산하여 출력한다.

<29>       상기 서브-어레이 그룹핑된 안테나들은, 상기 서브-어레이 그룹들 각각에 속하는 안테나들이 배열된 간격이, 상기 그룹핑된 안테나 그룹들이 배열된 간격보다 작은 안테나들로 구성된 것을 특징으로 한다.

<30>       상기의 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 무선 페이딩 채널 복조 방법은, 다음과 같은 단계들을 구비한다. 즉, 본 발명에 따른 무선 페이딩 채널 복조 방법은 서브-어레이 그룹핑된 아날로그 통신 신호들을 수신하여, 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 가중치 벡터의 원소들 각각을 그에 대응하는 디지털 입력 신호와 승산하여 출력되는 신호들을 상기 서브 어레이 그룹들 각각마다 합산한 다이버시티 빔 형성 신호들을 생성하는 다이버시티 빔 형성 단계; 상기 서브 어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상을 그에 대응하는 다이버시티 빔 형성 신호와 승산하여 출력하는 신호 크기 및 위상 처리 단계; 상기 신호 크기 및 위상 처리 단계에서 출력되는 신호들을 모두 합산하여 최종 빔 형성 신호를 출력하는 최종 빔 출력 단계; 및 상기 디지털 입력 신호들로부터 상기 가중치 벡터를 계산하여 출력하고, 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호를 선택하여, 상기 선택된 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상을 계산하여 출력하는 가중치 벡터 계산 단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.

<31>       상기의 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 이동 통신 수신 방법은, 다음과 같은 단계들을 구비한다. 즉, 본 발명에 따른 이동 통신 수신 방법은, 서브-어레이

이 그루핑된 안테나들이 할당된 무선 페이딩 채널로부터 무선 공중파를 수신하는 수신 신호 그루핑 단계; 상기 안테나들에서 수신된 공중파들 각각으로부터 아날로그 통신 신호를 추출하여, 서브-어레이 그루핑된 아날로그 통신 신호들을 출력하는 RF 모듈 처리 단계; 및 상기 서브-어레이 그루핑된 아날로그 통신 신호들을 수신하여, 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 이와 같이 변환된 디지털 입력 신호들로부터 계산되는 가중치 벡터의 원소들 각각과 그에 대응하는 디지털 입력 신호를 이용하여 다이버시티 빔 형성 신호들을 생성하며, 상기 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상, 및 그에 대응하는 다이버시티 빔 형성 신호를 이용하여 최종 빔 형성 신호를 출력하는 무선 페이딩 채널 복조 단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.

<32>        상기 무선 페이딩 채널 복조 단계는, 상기 서브-어레이 그루핑된 아날로그 통신 신호들을 수신하여, 상기 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 가중치 벡터의 원소들 각각을 그에 대응하는 디지털 입력 신호와 승산하여 출력되는 신호들을 상기 서브-어레이 그룹들 각각마다 합산한 다이버시티 빔 형성 신호들을 생성하는 다이버시티 빔 형성 단계; 상기 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상을 그에 대응하는 다이버시티 빔 형성 신호와 승산하여 출력하는 신호 크기 및 위상 처리 단계; 상기 신호 크기 및 위상 처리 단계에서 출력되는 신호들을 모두 합산하여 최종 빔 형성 신호를 출력하는 최종 빔 출력 단계; 및 상기 디지털 입력 신호들로부터 상기 가중치 벡터를 계산하여 출력하고, 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로

하는 어느 하나의 디지털 입력 신호를 선택하여, 상기 선택된 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상을 계산하여 출력하는 가중치 벡터 계산 단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.

<33>       상기 서브-어레이 그룹핑된 안테나들은, 상기 서브-어레이 그룹들 각각에 속하는 안테나들이 배열된 간격이, 상기 그룹핑된 안테나 그룹들이 배열된 간격보다 작은 안테나들로 구성된 것을 특징으로 한다.

<34>       본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.

<35>       이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.

<36>       도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 무선 페이딩 채널 복조기를 구비하는 이동 통신 수신 시스템의 블록도이다. 도 3은 도 2의 서브-어레이 그룹핑된 안테나들(200), RF 모듈(300), 및 무선 페이딩 채널 복조기(400)의 구체적인 블록도이다.

<37>       도 2 및 도 3을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 이동 통신 수신 시스템은, 서브-어레이 그룹핑된 안테나들(200), RF 모듈(300), 및 무선 페이딩 채널 복조기(400)를 구비한다. 이외에도, 상기 이동 통신 수신 시스템은 기지국에 사용되는 경우에 중계 처리기(500)를 더 구비할 수 있다. 상기 이동 통신 수신 시스템은 휴대폰, 무선 랜 카드, 또는 차량용 네비게이션 시스템 등과 같은 단말국에 사용되는 경우에 상기 중계 처리기(500) 대신에 디스플레이 신호 출력기(미도시)를 더 구비할 수 있다. 상기 서브-어레이

이 그룹핑된 안테나들(200)은, 도 3에서 제1 서브-어레이 그룹 안테나들(210), 제2 서브-어레이 그룹 안테나들(220), ..., 및 제M 서브-어레이 그룹 안테나들(230)로 구성된다.

<38>       상기 서브-어레이 그룹핑된 안테나들(200) 각각은 할당된 무선 페이딩 채널로부터 무선 공중파를 수신한다. 상기 RF 모듈(300)은 상기 안테나들에서 수신된 공중파들 각각으로부터 아날로그 통신 신호를 추출하여, 서브-어레이 그룹핑된 아날로그 통신 신호들을 출력한다. 즉, 상기 RF 모듈(300)을 구성하는 제1 RF 모듈기(310)는 상기 제1 서브-어레이 그룹 안테나들(210)에서 수신된 공중파들 각각으로부터 아날로그 통신 신호를 추출하여, 서브-어레이 그룹핑된 제1 아날로그 통신 신호들을 출력한다. 마찬가지로, 상기 RF 모듈(300)을 구성하는 제2 RF 모듈기(320), ..., 및 제M RF 모듈기(330) 각각도 그에 대응되어 있는 서브-어레이 그룹 안테나들(220~230)에서 수신된 공중파들 각각으로부터 아날로그 통신 신호를 추출하여, 서브-어레이 그룹핑된 제2 아날로그 통신 신호들, 제3 아날로그 통신 신호들, ..., 및 제M 아날로그 통신 신호들을 출력한다.

<39>       상기 무선 페이딩 채널 복조기(400)는 상기 서브-어레이 그룹핑된 아날로그 통신 신호들을 수신하여, 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 이와 같이 변환된 디지털 입력 신호들로부터 계산되는 가중치 벡터의 원소들(예를 들어,  $w_{11}, w_{12}, \dots, w_{1L}$ ) 각각과 그에 대응하는 디지털 입력 신호(예를 들어,  $u_{11}, u_{12}, \dots, u_{1L}$ )를 이용하여 다이버시티 빔 형성 신호들( $z_1, z_2, \dots, z_M$ )을 생성하며, 상기 서브 어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호(예를 들어, 제1 서브-어레이 그룹에서  $u_{11}$ )에 대한 크기와 위상, 및 그에 대응하는 다이버시티 빔 형성

신호를 이용하여 최종 빔 형성 신호( $y$ )를 출력한다. 여기서, 상기 서브-어레이 그룹들은, 무선 페이딩 채널 신호를 수신하는 상기 안테나들이, 도 3과 같이, 다수개의 서브-어레이로 그룹핑될 때의 그룹들이고, 상기 서브-어레이 그룹들 각각에 속하는 안테나들 간의 간격(예를 들어, 송신 신호 파장의  $1/2$  이내)은 상기 그룹핑된 안테나 그룹들 간의 간격(예를 들어, 송신 신호 파장의 10배 이상)보다 작다.

<40> 예를 들어, 도 4 또는 도 5와 같이 3 섹터로 배열되는 안테나들이, 다수개의 서브-어레이 안테나 그룹들(210, 220, ..., 230)로 그룹핑될 때, 서브-어레이 그룹들 각각에 속하는 안테나들 간의 간격(예를 들어, 송신 신호 파장의  $1/2$  이내)은 그룹핑된 안테나 그룹들(210, 220, ..., 230) 간의 간격(예를 들어, 송신 신호 파장의 10배 이상)보다 작아야 한다. 안테나들이 이와 같은 배열 관계를 가지는 것은, 서브-어레이 그룹들 각각에 속하는 안테나들에서 수신되는 신호들의 상관도(correlation)는 크고, 서로 다른 안테나 그룹 각각에서 수신되는 신호들의 상관도는 매우 낮다는 성질을 이용하여, 무선 페이딩 채널 환경에서 페이딩에 강인하고 높은 SINR 얻기 위한 것이다. 도 3 또는 도 4와 같이 배열되는 안테나 구조에서, 일반적으로 서로 다른 안테나 그룹 각각에서 수신되는 신호들의 상관도가 낮을수록 SINR이 커진다. 특히, 도 3과 같이 공간 다이버시티(space diversity)를 이용하는 구조보다는, 도 4와 같이 각도 다이버시티(angle diversity)를 함께 이용하는 구조에서, 서로 다른 안테나 그룹 각각에서 수신되는 신호들의 상관도가 낮으므로 더 높은 SINR을 얻을 수 있다.

<41> 이와 같은 상기 무선 페이딩 채널 복조기(400)는, 다이버시티 빔



형성부(410), 신호 크기 및 위상 처리부(420), 최종 빔 출력부(430), 및 가중치 벡터 계산부(440)를 구비한다. 상기 다이버시티 빔 형성부(410)는 상기 서브-어레이 그룹핑된 아날로그 통신 신호들을 수신하여, 상기 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 가중치 벡터의 원소들(예를 들어,  $w_{11}$ ,  $w_{12}$ , ...,  $w_{1L}$ ) 각각을 그에 대응하는 디지털 입력 신호(예를 들어,  $u_{11}$ ,  $u_{12}$ , ...,  $u_{1L}$ )와 승산하여 출력되는 신호들을 상기 서브 어레이 그룹들 각각마다 합산한 다이버시티 빔 형성 신호들( $z_1, z_2, \dots, z_M$ )을 생성한다.

<42> 즉, 상기 다이버시티 빔 형성부(410)는, 상기 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 상기 가중치 벡터의 원소들(예를 들어,  $w_{11}$ ,  $w_{12}$ , ...,  $w_{1L}$ ) 각각과 그에 대응하는 디지털 입력 신호(예를 들어,  $u_{11}$ ,  $u_{12}$ , ...,  $u_{1L}$ )를 이용하여 상기 다이버시티 빔 형성 신호들( $z_1, z_2, \dots, z_M$ )을 생성하는 다수개의 빔 형성기들(411, 412, ..., 413)을 구비하고, 상기 빔 형성기들(411, 412, ..., 413) 각각은, DA 변환기들(4111, 4121, ..., 또는 4131), 승산기들(4113, 4123, ..., 또는 4133), 및 합산기(4115, 4125, ..., 또는 4135)를 구비한다.

<43> 상기 가중치 벡터는, 상기 가중치 벡터 계산부(440)에서, 수학식들, 즉, [수학식 1] 내지 [수학식 3]에 의하여 계산된다. [수학식 1]에서,  $u_{mL}$ 은 제m 그룹의 제L 디지털 입력 신호이고,  $u_m$ 은 제m 그룹의 디지털 입력 신호들을 원소로 하는 컬럼(column) 벡터이다([수학식 1]에서 T는 컬럼 벡터로의 변환). 여기서, 제m 그룹의 디지털 입력 신호들은 송신 신호( $x_k$ )를 이용하여 [수학식 4]와 같이 일반화 될 수 있다는 것을 가정한다. [수학식 4]에서,  $x_k$ 는 단말국에서 k번째 사용자 단말국이 전송한 복소 변조 신호(complex modulation signal), a

$\mathbf{u}_{mk}$ 와  $e^{j\Phi_{mk}}$  각각은 무선 페이딩 채널을 통하여 수신되어 처리된 디지털 입력 신호들 각각의 크기와 위상,  $\psi_{m1}$ 은 제 $m$  그룹의 제1 디지털 입력 신호의 위상 지연,  $\theta_{mk}$ 는 제 $m$  그룹의  $k$ 번째 사용자 단말국으로부터 입사되는 도달각(DOA),  $n$ 은 가산성 백색 가우시안 잡음(AWGN; additive white Gaussian noise)을 나타낸다.

<44> [수학식 2]에서,  $E[\cdot]$ 는 평균값을 나타내고,  $\mathbf{H}$ 는 허미션(Hermitian) 벡터를 나타낸다. 따라서,  $\mathbf{R}_m$ 은 어레이 상관도 행렬(array correlation matrix)이다. [수학식 3]에서,  $\mathbf{w}_{m,opt}$ 는 제 $m$  그룹의 가중치 벡터이고,  $\mathbf{s}_{m1}$ 은 제 $m$  그룹의 대표 디지털 입력 신호의 도달각(DOA)을 이용한 방향성 벡터(steering vector)이다. [수학식 3]에서,  $\mathbf{w}_{m,opt}$ 는 빔 형성을 위하여 최적화된 가중치 벡터로서, 서브 어레이 그룹들 각각의 출력 전력이 최소화 되도록 하고, 빔 형성 방향으로의 출력 신호의 값이 일정하게 유지되도록 하는 조건을 만족하도록 결정된 값이다.

<45> [수학식 1]  $\mathbf{u}_m = [\mathbf{u}_{m1}, \mathbf{u}_{m2}, \dots, \mathbf{u}_{mL}]^T$

<46> [수학식 2]  $\mathbf{R}_m = E[\mathbf{u}_m \mathbf{u}_m^H]$

<47> [수학식 3]  $\mathbf{w}_{m,opt} = \frac{\mathbf{R}_m^{-1} \mathbf{s}_{m1}}{\mathbf{s}_{m1}^H \mathbf{R}_m^{-1} \mathbf{s}_{m1}}$

<48> [수학식 4]  $\mathbf{u}_{mi} = \sum_{k=1}^K x_k a_{mk} e^{j\theta_{mk}} e^{j\psi_{mi}(\theta_{mk})} + n$

<49> 상기 DA 변환기들(4111, 4121, ..., 또는 4131)은 상기 서브-어레이 그룹들 중 어느 하나에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하여 출력한다. 상기 승산기들(4113, 4123, ..., 또는 4133)은 상기 가중치 벡터의 원소들(예를 들어,

$w_{11}, w_{12}, \dots, w_{1L}$ ) 중 상기 DA 변환기들(4111, 4121, ..., 또는 4131)이 속하는 서브-어레이 그룹에 대응하는 가중치 벡터의 원소들(예를 들어,  $w_{11}, w_{12}, \dots, w_{1L}$ ) 각각을 그에 대응하는 디지털 입력 신호(예를 들어,  $u_{11}, u_{12}, \dots, u_{1L}$ )와 승산하여 출력한다. 상기 합산기(4115, 4125, ..., 또는 4135)는 상기 승산기들(4113, 4123, ..., 또는 4133)에서 출력되는 신호들을 합산하여 상기 다이버시티 빔 형성 신호들( $z_1, z_2, \dots, z_M$ ) 중 어느 하나를 출력한다.

<50>      상기 신호 크기 및 위상 처리부(420)는 상기 서브 어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호(예를 들어, 제1 서브-어레이 그룹에서  $u_{11}$ )에 대한 크기와 위상을 그에 대응하는 다이버시티 빔 형성 신호와 승산하여 출력한다. 여기서, 대표 디지털 입력 신호는, 상기 서브 어레이 그룹들 각각에 속하는 디지털 입력 신호들 중 선택된 어느 하나의 디지털 입력 신호로서, 상기 서브 어레이 그룹들 각각에 속하는 디지털 입력 신호들 중 어느 것으로 하여도 무방하다.

<51>      상기 최종 빔 출력부(430)는 상기 신호 크기 및 위상 처리부(420)에서 출력되는 신호들을 모두 합산하여 최종 빔 형성 신호( $y$ )를 출력한다. 상기 최종 빔 형성 신호( $y$ )는 상기 신호 크기 및 위상 처리부(420)에서 출력되는 신호들을 최대비 합성(MRC; maximum ratio combine)한 것으로서, [수학식 5]와 같이 나타낼 수 있다.

<52>      **【수학식 5】** 
$$y = \sum_{m=1}^M a_{m1} e^{-j\theta_{m1}} z_m$$

<53>      상기 가중치 벡터 계산부(440)는, 위에서 기술된 바와 같이, 상기 디지털 입력 신호들로부터 상기 가중치 벡터를 계산하여 출력하고, 상기 서브 어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호(예를 들어, 제1

서브-어레이 그룹에서  $u_{11}$ )를 선택하여, 상기 선택된 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상을 계산하여 출력한다.

<54> 위에서 기술된 바와 같이, 상기 이동 통신 수신 시스템은 기지국에 사용되는 경우에, 상기 최종 빔 형성 신호( $y$ )를 처리하여 상기 할당된 무선 페이딩 채널을 사용하는 단말국 상호간의 무선 통신을 중계하는 중계 처리기(500)를 더 구비할 수 있다. 상기 이동 통신 수신 시스템은 휴대폰, 무선 랜 카드, 또는 차량용 네비게이션 시스템 등과 같은 단말국에 사용되는 경우에, 상기 중계 처리기(500) 대신에, 상기 최종 빔 형성 신호( $y$ )를 처리하여 사용자 단말국의 디스플레이 장치를 구동하는 디스플레이 신호를 출력하는 디스플레이 신호 출력기(미도시)를 더 구비할 수 있다. 도 2에서, VOUT은 중계 처리기(500) 또는 디스플레이 신호 출력기(미도시)에서 출력되는 신호이다.

<55> 도 6은 본 발명에 따른 이동 통신 수신 시스템의 SINR 이득을 나타내는 그래프이다. 도 6을 참조하면, 사용자 단말국의 수가 60인 경우에, 총 안테나들을 여러 가지 서브 어레이 그룹들( $M=1, 2$ , 또는  $4$ )로 할 때, SINR이 나타나있다. 도 6에서,  $M=2$  또는  $M=4$ 의 경우의 커브는  $M=1$ 인 경우의 커브보다 개선된 특성을 보인다. 또한, 안테나의 수가 단말국 사용자의 수 보다 적을 경우에도 높은 SINR을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 도 6에서,  $M=1$ 인 경우는 서브 어레이 그룹이 없이 안테나들 전체가 일정 간격으로 배열되어 있는 종래의 안테나 배열에 해당한다.

<56> 위에서 기술한 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 무선 페이딩 채널 복조기(400)를 구비하는 이동 통신 수신 시스템은, 서브-어레이 그룹핑된 아날로그 통신 신호들을 수신하여, 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 이와 같이 변환된 디지털 입력 신호들로부터 계산되는 가중치

벡터의 원소들(예를 들어,  $w_{11}, w_{12}, \dots, w_{1L}$ ) 각각과 그에 대응하는 디지털 입력 신호(예를 들어,  $u_{11}, u_{12}, \dots, u_{1L}$ )를 이용하여 다이버시티 빔 형성 신호들( $z_1, z_2, \dots, z_M$ )을 생성하며, 상기 서브 어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호(예를 들어, 제1 서브-어레이 그룹에서  $u_{11}$ )에 대한 크기와 위상, 및 그에 대응하는 다이버시티 빔 형성 신호를 이용하여 최종 빔 형성 신호( $y$ )를 출력한다. 상기 최종 빔 형성 신호( $y$ )는, 단말국 상호간의 무선 통신을 중계하는 중계 처리기(500), 또는 사용자 단말국의 디스플레이 장치를 구동하는 디스플레이 신호를 출력하는 디스플레이 신호 출력기(미도시)에 전송될 수 있다.

<57>       이상에서와 같이 도면과 명세서에서 최적 실시예가 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

#### 【발명의 효과】

<58>       상술한 바와 같이 본 발명에 따른 무선 페이딩 채널 복조기는, 서브-어레이 그룹핑된 적응 배열 안테나들을 이용하여 빔형성 및 다이버시티 이득을 결합함으로써, 무선 페이딩 채널 환경에서 다른 각도로 입사하는 타 사용자 단말국의 간섭을 제거한다. 따라서, 페이딩에 강인한 특성과 서브-어레이 그룹핑된 안테나들 각각에

서 얻어지는 빔형성 특성에 의하여 높은 SINR을 얻을 수 있으며, 안테나의 수가 단말국 사용자의 수 보다 적을 경우에도 높은 SINR을 얻을 수 있는 효과가 있다. 이러한 무선 페이딩 채널 복조기는, 기지국이나 단말국 등과 같이 이동 통신 정보를 수신하는 모든 시스템에 사용될 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

서브-어레이 그룹핑된 아날로그 통신 신호들을 수신하여, 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 가중치 벡터의 원소들 각각을 그에 대응하는 디지털 입력 신호와 승산하여 출력되는 신호들을 상기 서브 어레이 그룹들 각각마다 합산한 다이버시티 빔 형성 신호들을 생성하는 다이버시티 빔 형성부;

상기 서브 어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상을 그에 대응하는 다이버시티 빔 형성 신호와 승산하여 출력하는 신호 크기 및 위상 처리부;

상기 신호 크기 및 위상 처리부에서 출력되는 신호들을 모두 합산하여 최종 빔 형성 신호를 출력하는 최종 빔 출력부; 및

상기 디지털 입력 신호들로부터 상기 가중치 벡터를 계산하여 출력하고, 상기 서브 어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호를 선택하여, 상기 선택된 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상을 계산하여 출력하는 가중치 벡터 계산부를 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 페이딩 채널 복조기.

**【청구항 2】**

제 1항에 있어서, 상기 다이버시티 빔 형성부는,

상기 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 상기 가중치 벡터의 원소들 각각과 그에 대응하는 디지털 입력 신

호를 이용하여 상기 다이버시티 빔 형성 신호들을 생성하는 다수개의 빔 형성기들을 구비하고,

상기 빔 형성기들 각각은,

상기 서브-어레이 그룹들 중 어느 하나에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하여 출력하는 DA 변환기들;

상기 가중치 벡터의 원소들 중 상기 DA 변환기들이 속하는 서브-어레이 그룹에 대응하는 가중치 벡터의 원소들 각각을 그에 대응하는 디지털 입력 신호와 승산하여 출력하는 승산기들; 및

상기 승산기들에서 출력되는 신호들을 합산하여 상기 다이버시티 빔 형성 신호들 중 어느 하나를 출력하는 합산기를 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 페이딩 채널 복조기.

### 【청구항 3】

상기 제 1항에 있어서, 상기 서브-어레이 그룹들은;

무선 페이딩 채널 신호를 수신하는 안테나들이 다수개의 서브-어레이로 그룹핑될 때의 그룹들이고, 상기 서브-어레이 그룹들 각각에 속하는 안테나들 간의 간격은 상기 그룹핑된 안테나 그룹들 간의 간격보다 작은 것을 특징으로 하는 무선 페이딩 채널 복조기.

### 【청구항 4】

상기 제 1항에 있어서, 상기 가중치 벡터는,  
수학식들 ,



$$\mathbf{u}_m = [\mathbf{u}_{m1}, \mathbf{u}_{m2}, \dots, \mathbf{u}_{mL}]^T$$

$$\mathbf{R}_m = E[\mathbf{u}_m \mathbf{u}_m^H]$$

$$\mathbf{w}_{m, opt} = \frac{\mathbf{R}_m^{-1} \mathbf{s}_{m1}}{\mathbf{s}_{m1}^H \mathbf{R}_m^{-1} \mathbf{s}_{m1}}$$

( 여기서,  $\mathbf{u}_{mL}$ 은 제m 그룹의 제L 디지털 입력 신호,  $E[\cdot]$ 는 평균값,  $\mathbf{w}_{m, opt}$ 는 제m 그룹의 가중치 벡터,  $\mathbf{s}_{m1}$ 은 제m 그룹의 대표 디지털 입력 신호의 도달각을 이용한 방향성 벡터)

에 의하여 계산되는 것을 특징으로 하는 무선 페이딩 채널 복조기.

#### 【청구항 5】

할당된 무선 페이딩 채널로부터 무선 공중파를 수신하는 서브-어레이 그룹핑된 안테나들;

상기 안테나들에서 수신된 공중파들 각각으로부터 아날로그 통신 신호를 추출하여, 서브-어레이 그룹핑된 아날로그 통신 신호들을 출력하는 RF 모듈; 및

상기 서브-어레이 그룹핑된 아날로그 통신 신호들을 수신하여, 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 이와 같이 변환된 디지털 입력 신호들로부터 계산되는 가중치 벡터의 원소들 각각과 그에 대응하는 디지털 입력 신호를 이용하여 다이버시티 빔 형성 신호들을 생성하며, 상기 서브 어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상, 및 그에 대응하는 다이버시티 빔 형성 신호를 이용하여 최종 빔

형성 신호를 출력하는 무선 페이딩 채널 복조기를 구비하는 것을 특징으로 하는 이동 통신 수신 시스템.

**【청구항 6】**

제 5항에 있어서, 상기 이동 통신 수신 시스템은,

상기 최종 빔 형성 신호를 처리하여 상기 할당된 무선 페이딩 채널을 사용하는 단말국 상호간의 무선 통신을 중계하는 중계 처리기를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 이동 통신 수신 시스템.

**【청구항 7】**

제 5항에 있어서, 상기 이동 통신 수신 시스템은,

상기 최종 빔 형성 신호를 처리하여 사용자 단말국의 디스플레이 장치를 구동하는 디스플레이 신호를 출력하는 디스플레이 신호 출력기를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 이동 통신 수신 시스템.

**【청구항 8】**

제 5항에 있어서, 상기 무선 페이딩 채널 복조기는,

상기 서브-어레이 그룹핑된 아날로그 통신 신호들을 수신하여, 상기 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 가중치 벡터의 원소들 각각을 그에 대응하는 디지털 입력 신호와 승산하여 출력되는 신호들을 상기 서브 어레이 그룹들 각각마다 합산한 다이버시티 빔 형성 신호들을 생성하는 다이버시티 빔 형성부;

상기 서브 어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상을 그에 대응하는 다이버시티 빔 형성 신호와 승산하여 출력하는 신호 크기 및 위상 처리부;

상기 신호 크기 및 위상 처리부에서 출력되는 신호들을 모두 합산하여 최종 빔 형성 신호를 출력하는 최종 빔 출력부; 및

상기 디지털 입력 신호들로부터 상기 가중치 벡터를 계산하여 출력하고, 상기 서브 어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호를 선택하여, 상기 선택된 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상을 계산하여 출력하는 가중치 벡터 계산부를 구비하는 것을 특징으로 하는 이동 통신 수신 시스템.

#### 【청구항 9】

제 8항에 있어서, 상기 다이버시티 빔 형성부는,

상기 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 상기 가중치 벡터의 원소들 각각과 그에 대응하는 디지털 입력 신호를 이용하여 상기 다이버시티 빔 형성 신호들을 생성하는 다수개의 빔 형성기들을 구비하고,

상기 빔 형성기들 각각은,

상기 서브-어레이 그룹들 중 어느 하나에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하여 출력하는 DA 변환기들;

상기 가중치 벡터의 원소들 중 상기 DA 변환기들이 속하는 서브-어레이 그룹에 대응하는 가중치 벡터의 원소들 각각을 그에 대응하는 디지털 입력 신호와 승산하여 출력하는 승산기들; 및

상기 승산기들에서 출력되는 신호들을 합산하여 상기 다이버시티 빔 형성 신호들 중 어느 하나를 출력하는 합산기를 구비하는 것을 특징으로 하는 이동 통신 수신 시스템

#### 【청구항 10】

상기 제 5항에 있어서, 상기 서브-어레이 그룹핑된 안테나들은,

상기 서브-어레이 그룹들 각각에 속하는 안테나들이 배열된 간격이, 상기 그룹핑된 안테나 그룹들이 배열된 간격보다 작은 안테나들로 구성된 것을 특징으로 하는 이동 통신 수신 시스템.

#### 【청구항 11】

서브-어레이 그룹핑된 아날로그 통신 신호들을 수신하여, 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 가중치 벡터의 원소들 각각을 그에 대응하는 디지털 입력 신호와 승산하여 출력되는 신호들을 상기 서브 어레이 그룹들 각각마다 합산한 다이버시티 빔 형성 신호들을 생성하는 다이버시티 빔 형성 단계;

상기 서브 어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상을 그에 대응하는 다이버시티 빔 형성 신호와 승산하여 출력하는 신호 크기 및 위상 처리 단계;

상기 신호 크기 및 위상 처리 단계에서 출력되는 신호들을 모두 합산하여 최종 빔 형성 신호를 출력하는 최종 빔 출력 단계; 및

상기 디지털 입력 신호들로부터 상기 가중치 벡터를 계산하여 출력하고, 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호를 선택하여, 상기 선택된 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상을 계산하여 출력하는 가중치 벡터 계산 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 페이딩 채널 복조 방법.

#### 【청구항 12】

제 11항에 있어서, 상기 다이버시티 빔 형성 단계는,

상기 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 상기 가중치 벡터의 원소들 각각과 그에 대응하는 디지털 입력 신호를 이용하여 상기 다이버시티 빔 형성 신호들을 생성하는 빔 형성 단계들을 구비하고,

상기 빔 형성 단계들 각각은,

상기 서브-어레이 그룹들 중 어느 하나에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하여 출력하는 DA 변환 단계;

상기 가중치 벡터의 원소들 중 상기 DA 변환 단계가 속하는 서브-어레이 그룹에 대응하는 가중치 벡터의 원소들 각각을 그에 대응하는 디지털 입력 신호와 승산하여 출력하는 승산 단계; 및

상기 승산 단계에서 출력되는 신호들을 합산하여 상기 다이버시티 빔 형성 신호들 중 어느 하나를 출력하는 합산 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 페이딩 채널 복조 방법.

## 【청구항 13】

상기 제 11항에 있어서, 상기 서브-어레이 그룹들은,

무선 페이딩 채널 신호를 수신하는 안테나들이 다수개의 서브-어레이로 그루핑될 때의 그룹들이고, 상기 서브-어레이 그룹들 각각에 속하는 안테나들 간의 간격은 상기 그루핑된 안테나 그룹들 간의 간격보다 작은 것을 특징으로 하는 무선 페이딩 채널 복조 방법.

## 【청구항 14】

상기 제 11항에 있어서, 상기 가중치 벡터는,

수학식들 ,

$$\mathbf{u}_m = [\mathbf{u}_{m1}, \mathbf{u}_{m2}, \dots, \mathbf{u}_{mL}]^T$$

$$\mathbf{R}_m = E[\mathbf{u}_m \mathbf{u}_m^H]$$

$$\mathbf{w}_{m, opt} = \frac{\mathbf{R}_m^{-1} \mathbf{s}_{m1}}{\mathbf{s}_{m1}^H \mathbf{R}_m^{-1} \mathbf{s}_{m1}}$$

( 여기서,  $\mathbf{u}_{mL}$ 은 제m 그룹의 제L 디지털 입력 신호,  $E[\ ]$ 는 평균값,  $\mathbf{w}_{m, opt}$ 는 제m 그룹의 가중치 벡터,  $\mathbf{s}_{m1}$ 은 제m 그룹의 대표 디지털 입력 신호의 도달각을 이용한 방향성 벡터)

에 의하여 계산되는 것을 특징으로 하는 무선 페이딩 채널 복조 방법.

## 【청구항 15】

서브-어레이 그루핑된 안테나들이 할당된 무선 페이딩 채널로부터 무선 공중파를 수신하는 수신 신호 그루핑 단계;

상기 안테나들에서 수신된 공중파들 각각으로부터 아날로그 통신 신호를 추출하여, 서브-어레이 그룹핑된 아날로그 통신 신호들을 출력하는 RF 모듈 처리 단계; 및

상기 서브-어레이 그룹핑된 아날로그 통신 신호들을 수신하여, 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 이와 같이 변환된 디지털 입력 신호들로부터 계산되는 가중치 벡터의 원소들 각각과 그에 대응하는 디지털 입력 신호를 이용하여 다이버시티 빔 형성 신호들을 생성하며, 상기 서브 어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상, 및 그에 대응하는 다이버시티 빔 형성 신호를 이용하여 최종 빔 형성 신호를 출력하는 무선 페이딩 채널 복조 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 이동 통신 수신 방법.

#### 【청구항 16】

제 15항에 있어서, 상기 이동 통신 수신 방법은,

상기 최종 빔 형성 신호를 처리하여 상기 할당된 무선 페이딩 채널을 사용하는 단말국 상호간의 무선 통신을 중계하는 중계 처리 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 이동 통신 수신 방법.

#### 【청구항 17】

제 15항에 있어서, 상기 이동 통신 수신 방법은,

상기 최종 빔 형성 신호를 처리하여 사용자 단말국의 디스플레이 장치를 구동하는 디스플레이 신호를 출력하는 디스플레이 신호 출력 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 이동 통신 수신 방법.

**【청구항 18】**

제 15항에 있어서, 상기 무선 페이딩 채널 복조 단계는,

상기 서브-어레이 그룹핑된 아날로그 통신 신호들을 수신하여, 상기 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 가중치 벡터의 원소들 각각을 그에 대응하는 디지털 입력 신호와 승산하여 출력되는 신호들을 상기 서브 어레이 그룹들 각각마다 합산한 다이버시티 빔 형성 신호들을 생성하는 다이버시티 빔 형성 단계;

상기 서브 어레이 그룹들 각각에서 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상을 그에 대응하는 다이버시티 빔 형성 신호와 승산하여 출력하는 신호 크기 및 위상 처리 단계;

상기 신호 크기 및 위상 처리 단계에서 출력되는 신호들을 모두 합산하여 최종 빔 형성 신호를 출력하는 최종 빔 출력 단계; 및

상기 디지털 입력 신호들로부터 상기 가중치 벡터를 계산하여 출력하고, 상기 디지털 입력 신호들 중 대표로 하는 어느 하나의 디지털 입력 신호를 선택하여, 상기 선택된 디지털 입력 신호에 대한 크기와 위상을 계산하여 출력하는 가중치 벡터 계산 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 이동 통신 수신 방법.

**【청구항 19】**

제 18항에 있어서, 상기 다이버시티 빔 형성 단계는,



상기 서브-어레이 그룹들 각각에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하고, 상기 가중치 벡터의 원소들 각각과 그에 대응하는 디지털 입력 신호를 이용하여 상기 다이버시티 빔 형성 신호들을 생성하는 빔 형성 단계들을 구비하고, 상기 빔 형성 단계들 각각은,

상기 서브-어레이 그룹들 중 어느 하나에서 상기 아날로그 통신 신호들 각각을 디지털 입력 신호로 변환하여 출력하는 DA 변환 단계;

상기 가중치 벡터의 원소들 중 상기 DA 변환 단계가 속하는 서브-어레이 그룹에 대응하는 가중치 벡터의 원소들 각각을 그에 대응하는 디지털 입력 신호와 승산하여 출력하는 승산 단계; 및

상기 승산 단계에서 출력되는 신호들을 합산하여 상기 다이버시티 빔 형성 신호들 중 어느 하나를 출력하는 합산 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 이동 통신 수신 방법.

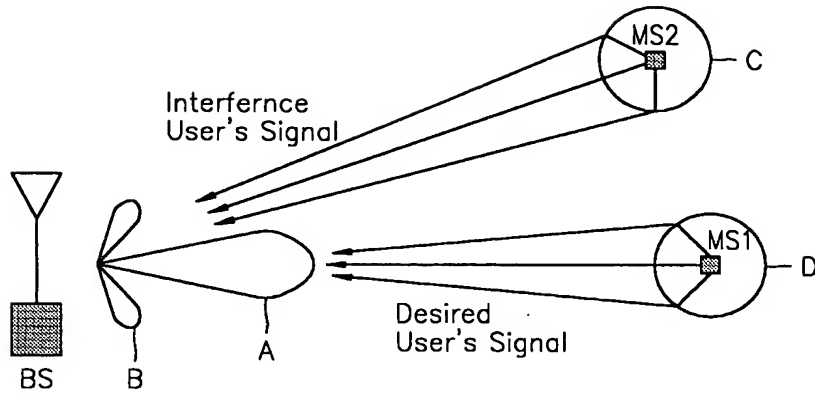
#### 【청구항 20】

상기 제 15항에 있어서, 상기 서브-어레이 그룹핑된 안테나들은,

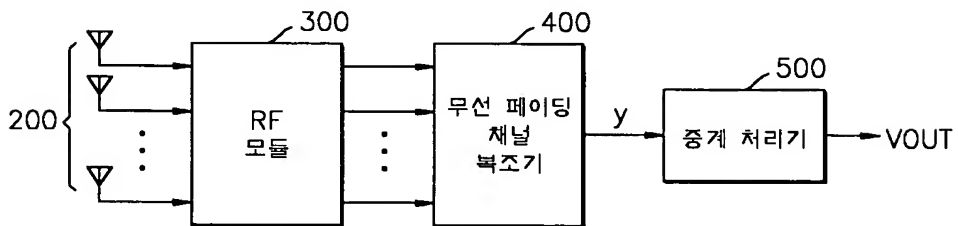
상기 서브-어레이 그룹들 각각에 속하는 안테나들이 배열된 간격이, 상기 그룹핑된 안테나 그룹들이 배열된 간격보다 작은 안테나들로 구성된 것을 특징으로 하는 이동 통신 수신 방법.

【도면】

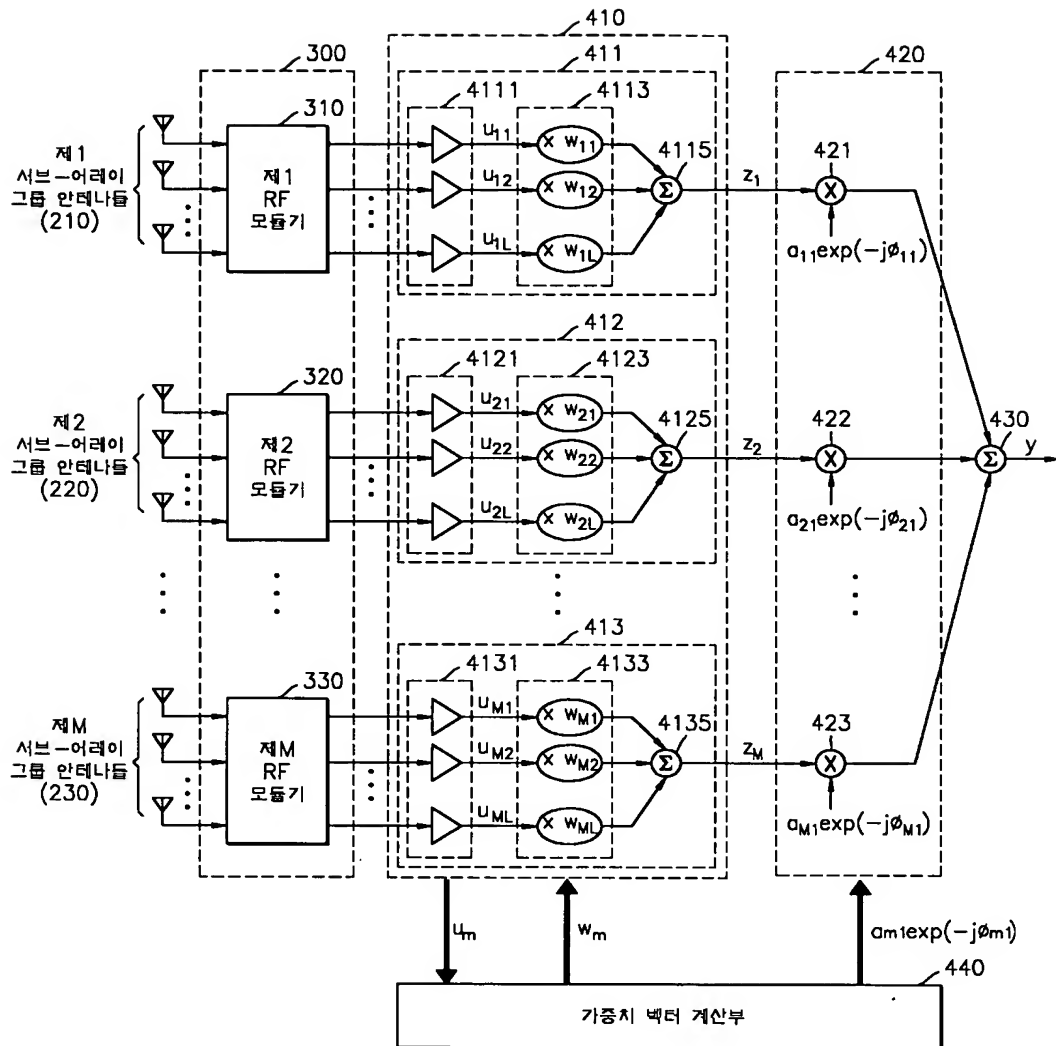
【도 1】



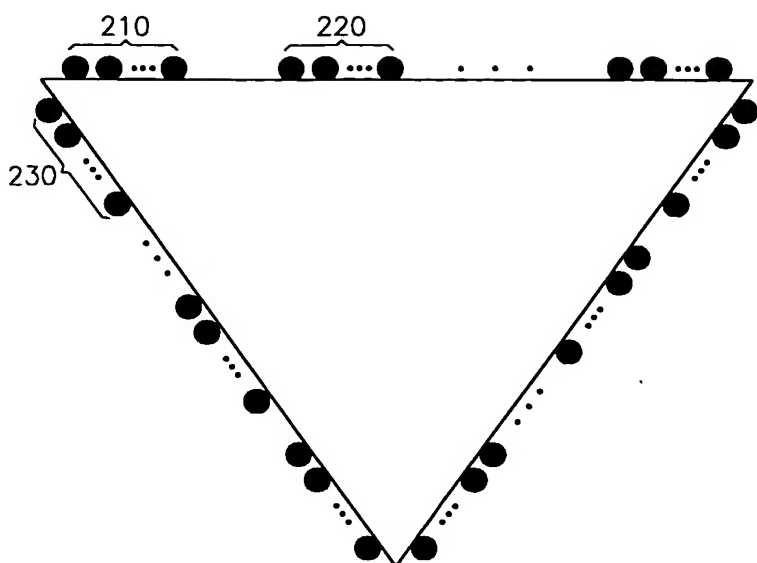
【도 2】



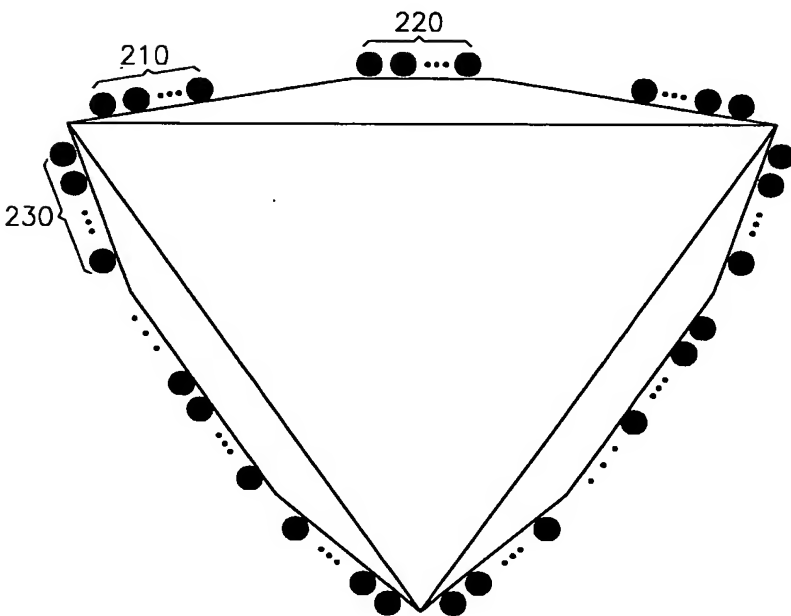
【도 3】



【도 4】



【도 5】



【표 6】

